

УДК 502.3:504.5:621.43.064

## УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

**Мясникова Ирина Борисовна<sup>1</sup>**, доцент, кандидат химических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

*e-mail:* [irina120669@yandex.ru](mailto:irina120669@yandex.ru)

**Павлова Светлана Михайловна<sup>1</sup>**, доцент, кандидат химических наук кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

*e-mail:* [s.pavlova2774334@gmail.com](mailto:s.pavlova2774334@gmail.com)

**Демидов Иван Олегович<sup>1</sup>**, бакалавр

*e-mail:* [ivandemidov200511@gmail.com](mailto:ivandemidov200511@gmail.com)

**Царев Вячеслав Сергеевич<sup>1</sup>**, бакалавр

*e-mail:* [opooli199@gmail.com](mailto:opooli199@gmail.com)

<sup>1</sup> Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

**Аннотация.** В ходе работы был проанализирован углеродный след легковых автомобилей, работающих на различных видах углеродного топлива, а также электрокара. Анализ показал, что самый "экологичный" вид транспорта – электрокар, имеет самый большой углеродный след.

**Ключевые слова:** углеродный след, электрокар, углекислый газ.

## THE CARBON FOOTPRINT OF ELECTRIC VEHICLES

**Irina B. Myasnilova<sup>1</sup>**, Associate Professor, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the Department of Environmental Protection and Industrial Safety

*e-mail:* [irina120669@yandex.ru](mailto:irina120669@yandex.ru)

**Svetlana M. Pavlova<sup>1</sup>**, Associate Professor, Candidate of Chemical Sciences at the Department of Environmental Protection and Industrial Safety

*e-mail:* [s.pavlova2774334@gmail.com](mailto:s.pavlova2774334@gmail.com)

**Ivan O. Demidov<sup>1</sup>**, Bachelor's Degree Student

*e-mail:* [ivandemidov200511@gmail.com](mailto:ivandemidov200511@gmail.com)

**Vyacheslav S. Tsarev<sup>1</sup>**, Bachelor's Degree Student

*e-mail:* [opooli199@gmail.com](mailto:opooli199@gmail.com)

<sup>1</sup> Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract.** In the course of the work, the carbon footprint of passenger cars running on various types of carbon fuels, as well as electric cars, was analyzed. The analysis showed that the most "eco-friendly" mode of transport is an electric car, which has the largest carbon footprint.

**Keywords:** carbon footprint, electric car, carbon dioxide.

Углеродный след – это масса углекислого газа, которая производится в результате деятельности людей, бизнеса или государства.

Выбросы делят на сферы охвата (Score), что позволяет контролировать и измерять влияние того или иного объекта на окружающую среду: **Score 1** – первая сфера охвата. **Score 2** – вторая сфера охвата. **Score 3** – третья сфера охвата [1].

Электромобиль представляет собой транспортное средство с одним или несколькими электродвигателями. Данный тип автомобиля принципиально отличается от транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), работающих на бензине или дизельном топливе.

Энергию для движения электрокары получают из аккумуляторных батарей. Процесс зарядки осуществляется от внешних источников электроэнергии. Большинство моделей электромобилей характеризуются отсутствием вредных выбросов в атмосферу.

Высокая эффективность выступает ключевым преимуществом электрокаров. Электродвигатели преобразуют большую часть энергии в движение, тогда как ДВС теряют значительную долю энергии в виде тепла [3].

Классификация электрокаров основывается на источнике энергии и принципе работы. Выделяют следующие основные типы:

Полностью электрические (BEV)

BEV используют исключительно электроэнергию для движения. Конструкция включает емкий аккумулятор, питающий электродвигатели. Зарядка происходит от электросети или специализированных станций. К данному типу относятся Tesla Model 3 и Nissan Leaf.

Гибридные (PHEV)

PHEV сочетают электродвигатель и ДВС. Функционируют на электричестве и бензине. Электрический режим обеспечивает движение на короткие дистанции с возможностью переключения на ДВС. Примерами служат Toyota Prius Prime и Mitsubishi Outlander PHEV.

Водородные топливные элементы (FCEV)

FCEV генерируют электроэнергию из водорода для питания электродвигателей. Данный тип считается экологичным, поскольку единственным выбросом выступает вода. Toyota Mirai и Hyundai Nexo представляют эту категорию. Водородные автомобили считаются экологически чистыми, так как их единственным выбросом является вода. Примеры: Toyota Mirai, Hyundai Nexo [3].

Мы произвели расчет объема выделяемого углекислого газа во время работы ДВС разных типов.

Подобрали автомобили с близкими эксплуатационными характеристиками в том числе и электрокары.

Honda CR-V: объем двигателя 2.0 л, мощность, лошадиные силы (л.с) (при об/мин) 186 (6400) - бензин 92, 40 л.

Toyota Camry: объем двигателя 2.0 л, мощность, л.с (при об/мин) 150 (6500) – бензин 95, 40 л.

Mercedes E 300 de: объем двигателя 2.0 л, мощность, л.с (при об/мин) 198 (3800) – дизель, 40 л.

Lada Vesta: объем двигателя 1.6 л, мощность, л.с (при об/мин) 106 (5800) – метан, 40 л.

Hyundai Elantra: объем двигателя 1.6 л, мощность, л.с (при об/мин) 120 (6500) – пропан, 40 л.

Tesla Model Y: мощность, л.с 299 – уголь, 54,8 кг.

**Реакции горения топлива:**

**Бензин:**  $C_8H_{18} + 12,4O_2 = 8CO_2 + 9H_2O$

**Дизель:**  $C_{12}H_{23} + 17,75O_2 = 12CO_2 + 11,5H_2O$

**Метан:**  $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$

**Пропан:**  $C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O$

**Уголь:**  $C + O_2 = CO_2$

Так как для зарядки электрокара необходима электроэнергия. В Российской Федерации до 66% электроэнергии производится на ТЭЦ, которые чаще всего работают на низкосортном угле. Поэтому произвели расчёт количества необходимого угля для выработки электроэнергии для полной зарядки электрокара [5].

Расчет количество угля необходимое для полной зарядки электрокара:

1) Расчет энергии, потраченной автомобилем на 400 километров

$$E = E_{\text{на}} \frac{100\text{км}}{100} * S$$

$E_{\text{на}}$  100 км – среднее значение для всех автомобилей (20 кВт \* ч на 100 км)

$S$  – весь путь

$$E = \frac{20}{100} * 400 = 80 \text{ кВт}$$

2) Расчет количества угля для зарядки электрокара:

КПД угольных станций варьируется от 30% до 40%, мы берем среднее значение = 35% (0,35)

Тепловая способность угля варьируется в зависимости от типа и качества. Мы взяли минимальное значение = 15 мДж/кг

Для выработки 80 кВт \* ч электроэнергии для электрокара необходимо получить 228,57 кВт \* ч тепловой энергии за счет сжигания угля

$$E_{\text{электр}} = \frac{E}{\eta}$$

$E$  – энергия потраченная на 400 км

$\eta$  – КПД электростанции. Отношение выработанной электроэнергии к затраченной тепловой

$$\frac{80}{0,35} = 228,57 \text{ кВт} * \text{ч}$$

Преобразуем кВт в мДж

$$E_{\text{тепл}} = E_{\text{электр}} * 3,6$$

3,6 - коэффициент преобразования из киловатт-часов (кВтч) в мегаджоули (МДж)

$$228,57 * 3,6 = 822,85 \text{ мДж}$$

Расчет количества угля:

$$m = E_{\text{тепл}} / Q$$

$E_{\text{тепл}}$  – необходимая тепловая энергия

$Q$  – теплотворная способность угля

$$\frac{822,85}{15} = 54,85 \text{ кг}$$

Таблица 1. Расход различных видов топлива на 400 километров

Вид топлива	Бензин 92 (л)	Бензин 95 (л)	Дизель (л)	Метан (л)	Пропан (л)	Уголь (электрокар) (кг)
Количество топлива	40	40	40	40	40	54,8
Количество CO <sub>2</sub> (л)	48 384	46 596	54 081	7 332	1 118	102 293

Хоть электротранспорт и показывает себя как экологичный транспорт в эксплуатации, в ходе вычислений выяснилось, что для того, чтобы запитать 1 электрокар сжигается 54,8 килограмм угля из чего выделяется 102 293 литров оксида углерода (2), а так как для



вычислений был взят низкокачественный уголь помимо оксида углерода (2) выделяются прочие вредные вещества.

### Список литературы:

1. Виктория Черникова Углеродный след – что это и зачем его обнулять [Электронный ресурс] / Черникова В. – Совкомбанк, 2019 – Режим доступа <https://journal.sovcombank.ru/esg/uglerodnii-sled--chto-eto-i-zachem-ego-obnulyat>
2. Ольга Давыдова Отличия бурого и каменного угля: чем лучше топить ТЭЦ? [Электронный ресурс] / Давыдова О. – Сибирская генерирующая компания 2020 – Режим доступа <https://sibgenco.online/news/element/brown-or-stone-is-there-any-difference-than-stoke-chp/>
3. Умар Кремлев Как устроен электромобиль: разбор ключевых систем и характеристик [Электронный ресурс] / Кремлев У. – РОЛЬФ 2024 – Режим доступа <https://www.rolf.ru/blog/kak-ustroen-elektromobil-razbor-klyuchevyh-sistem-i-harakteristik/>
4. Александр Котов Как перевести автомобиль на газ: какое оборудование нужно и как правильно всё оформить [Электронный ресурс] / Котов А. – Авто.ру 2023 – Режим доступа [https://auto.ru/mag/article/cargastipspart1/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2](https://auto.ru/mag/article/cargastipspart1/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2)
5. Владимир Семенов Теплофикация в современных рыночных условия [Электронный ресурс] / Семенов В. ВНИПИэнергопром 2012 – Режим доступа [https://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/\\_shablon.php?id=2644](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/_shablon.php?id=2644)

